

Utilisation de la technique d'absorption racinaire d'insecticides systémiques pour une protection à long terme des cocotiers et autres cultures industrielles

C. U. GINTING (1) et R. DESMIER de CHENON (2)

Résumé. — Une nouvelle technique de traitements endotherapiques des cocotiers par voie racinaire a été mise au point en utilisant la faculté des plantes d'absorber par les racines des insecticides systémiques. Ceux-ci peuvent migrer, véhiculés par la sève, vers le feuillage. Une série d'expériences a montré qu'en prenant une seule racine par palmier, en coupant celle-ci à la perpendiculaire à 1 m du stipe et en lui faisant absorber dans un sac de plastique une dose de 5 g m.a. de monocrotophos, on obtient une protection très efficace contre les défoliations des ravageurs. Cette méthode d'absorption racinaire a été appliquée systématiquement aux champs semenciers cocotier afin d'éviter les attaques répétées chaque année à la même période des chenilles *Limacodidae*, *Zygaenidae*, *Hesperidae* ou *Psychidae*. Les comptages réguliers, une bonne connaissance de la dynamique de ces ravageurs et la rémanence du produit utilisé permettent de faire un seul traitement avant pullulations. Cela est suffisant pour assurer une protection à long terme des cocotiers ; en général, une seule application est nécessaire dans l'année. Par jour, une personne peut traiter de 110 à 160 palmiers. Les résultats et les coûts sont comparables à ceux obtenus par d'autres méthodes de traitement mais avec l'avantage d'une plus grande efficacité, une parfaite distribution du produit dans le feuillage, une plus grande flexibilité dans la date du traitement, une réduction du nombre d'applications et une diminution de la dose de produit à utiliser par suite d'une meilleure absorption. Contrairement à la technique d'injection dans le tronc, la méthode par voie racinaire n'est pas dangereuse pour les palmiers. Elle évite aussi de détruire les ennemis naturels, ce qui est inévitable avec des traitements aériens, et peut être considérée comme une méthode de lutte intégrée. Des essais préliminaires d'absorption racinaire d'insecticides ou fongicides systémiques ont montré que le palmier à huile et le cacaoyer peuvent aussi être traités de cette manière, ce qui ouvre des possibilités intéressantes de lutte entre des insectes ou des maladies difficiles à contrôler. Mais, avec cette technique, des résidus de produits sont présents et un délai d'au moins deux mois doit être respecté avant toute consommation.

INTRODUCTION

L'absorption de produits par les racines est connue depuis très longtemps mais c'est seulement en 1954 [Davis *et al.*] que différentes méthodes de traitements endotherapiques contre les ravageurs du cocotier ont été envisagées en utilisant le stipe, le rachis des feuilles ou les racines.

Le premier essai d'injection dans le tronc a été effectué en 1958 [Wickremasuriya] au Sri Lanka à l'encontre de *Rhynchophorus ferrugineus* Ol., *Coleoptera Curculionidae* par saturation du stipe avec un mélange d'insecticides non systémiques distribué par une série de trous.

Mais c'est avec l'apparition d'insecticides systémiques, facilement absorbés par la plante et véhiculés par le flux de sève, qu'une méthode plus simple d'injection dans le tronc a été employée avec de bons résultats contre plusieurs ravageurs du cocotier : *Graeffea crouanii* (Le Guillou), *Phasmidae* aux Iles Samoa [Stelzer, 1970], *Brassolis sophorae* L. et *Castnia daedalus* Cr., *Lepidoptera Brassolidae* et *Castniidae* en Guyane, Amérique du Sud [Rai, 1973].

Ce mode de traitement a aussi été appliqué à un ennemi du palmier à huile en Malaisie, *Metisa plana* Wlk., *Lepidoptera Psychidae* [Wood, 1974]. Depuis lors, la méthode a été vulgarisée et utilisée sur de grandes surfaces contre nombre de ravageurs du cocotier et du palmier à huile

appartenant à diverses familles de lépidoptères : *Zygaenidae*, *Zeuxippa catoxantha* Hamps. en Malaisie [Ooi *et al.*, 1975], *Limacodidae*, *Thosea asigna* Moore et *Setora nitens* Wlk. au Nord Sumatra [Hutauruk, 1978], *Darna trima* Moore en Malaisie [NG et Chong, 1982], *Cryptophasidae*, *Nephantis serinopa* Meyrick en Inde [Nadarajan *et al.*, 1981].

Quelques espèces de coléoptères ont aussi été traitées de cette manière, *Coelaenomenodera minuta* Uh., *Hispinae* de l'Afrique de l'Ouest en Côte d'Ivoire [Mariau *et al.*, 1979], *Rhinostomus barbirostris* F., *Curculionidae* au Brésil [Morin, 1983].

D'autres groupes d'insectes ont été contrôlés aussi de cette façon, *Leptopharsa gibbicarina* Froesch., *Hemiptera Tingidae* associé au champignon *Pestalotia* en Colombie, Amérique du Sud [Genty *et al.*, 1983], *Sesca coriacea* L., *Orthoptera Tettigoniidae* en Indonésie dans le Sud-Est asiatique [Warouw, 1984].

La méthode d'injection dans le tronc a été et est toujours utilisée avec succès contre les différents ravageurs indiqués ci-dessus car ils sont difficiles à contrôler avec des pulvérisations d'insecticides ou par le lâcher de parasites. Ces ravageurs sont en effet des foreurs de stipe, mineurs de folioles, protégés dans des galeries, des fourreaux, ou s'alimentent seulement de l'épiderme inférieur des folioles. En outre, les foyers étant souvent dispersés et la date d'intervention difficile à choisir, la méthode d'injection dans le tronc évite par conséquent de faire de trop nombreux traitements.

(1) Pusat Penelitian Kelapa, Bandar Kuala (Centre de Recherches sur le cocotier), P.O. Box 16, Galang-Sumatera Utara (Indonésie).

(2) Consultant IRHO en Indonésie, c/o IRHO-CIRAD, 11, Square Pétrarque, 75116 Paris (France).

Mais, bien que la technique d'injection dans le stipe présente beaucoup d'avantages : grande efficacité, persistance de l'insecticide pendant au moins deux mois, plus de flexibilité dans la date du traitement, réduction du nombre de traitements à un seul, traitement non perturbé par les conditions climatiques, effet moins nocif sur les parasites et prédateurs, cette technique n'est néanmoins pas complètement sans dangers et a aussi certains inconvénients.

Le trou dans le tronc est une blessure permanente provoquant souvent une nécrose et formant une cavité plus ou moins importante qui peut réduire la quantité de tissus actifs dans le stipe et favoriser la pénétration de pathogènes. De plus, il n'est pas possible de faire trop d'injections et de percer une trop grande quantité de trous dans le stipe au cours de la vie d'un palmier.

Un matériel végétal précieux comme les cocotiers Nains qui ont un stipe plus étroit, ne peut être endommagé par des perforations. En outre, dans une zone où une maladie se développe, la méthode d'injection dans le stipe peut être d'un emploi dangereux.

Il est important par conséquent d'utiliser une technique moins traumatisante pour des traitements répétés ou pour des applications préventives.

Pour ces raisons, nous avons essayé de développer la technique d'absorption racinaire déjà mentionnée par Davis [1954] et expérimentée par lui-même avec Soekarjoto et Sudasrip [1980] contre *Setora* au Nord Célèbes et par Soebandriyo *et al.* [1983] contre *Chalcocelis albogutta* (Snellen) en Ouest Java.

Nous avons perfectionné cette technique en apportant nombre d'améliorations, en développant l'organisation du travail du chantier et des équipes, en utilisant la méthode à une grande échelle pour une protection à long terme des champs semenciers surtout pendant les mois où les pullulations apparaissent, et aussi afin de contrôler d'une façon effective quelques ravageurs très difficiles à traiter.

Nous avons fait aussi quelques essais pour l'utilisation de cette technique sur d'autres cultures industrielles comme le palmier à huile, le cacaoyer. Enfin, nous avons testé également avec cette technique des fongicides liquides systémiques pour permettre d'envisager des solutions de traitement pour des maladies difficilement contrôlables.

I. — TECHNIQUE D'ABSORPTION RACINAIRE

1. — Choix de la racine.

Un trou est creusé dans le sol à une distance d'environ 1 m du stipe. La racine appropriée doit être suffisamment âgée, de couleur rougeâtre, d'un diamètre de 1 cm (Fig. 1).

2. — Préparation de la racine.

La racine est coupée perpendiculairement avec un sécateur dont l'emploi est plus facile que celui d'un couteau. Une longueur de 30 cm de racine est dégagée du sol et les radicelles sont éliminées. La racine est ensuite insérée dans un sac de plastique (Fig. 2).

3. — Introduction des insecticides (Fig. 3).

L'insecticide est versé dans le sac de plastique avec une seringue graduée, sans aiguille. Il faut un insecticide systémique liquide et le produit commercial non dilué est directement utilisé. Après remplissage, l'ouverture du sac est fermée étroitement en torsadant un fil souple métallique.

4. — Inclinaison de la racine.

Il est nécessaire de maintenir la racine vers le bas à 30-40° avec une petite baguette fourchue afin que le liquide ne puisse pas s'écouler du sac. Le trou doit être creusé suffisamment profond pour avoir un espace d'environ 5 à 10 cm libre en dessous la racine pour faciliter cette opération (Fig. 4).

5. — Rebouchage des trous.

Dès que tout l'insecticide est absorbé, la baguette fourchue peut être enlevée pour réutilisation.

Le trou est rebouché avec le sol afin de permettre à la racine de croître de nouveau. En conditions normales, l'insecticide est absorbé en 4 à 6 heures, mais pendant la saison des pluies il faut plus de temps.

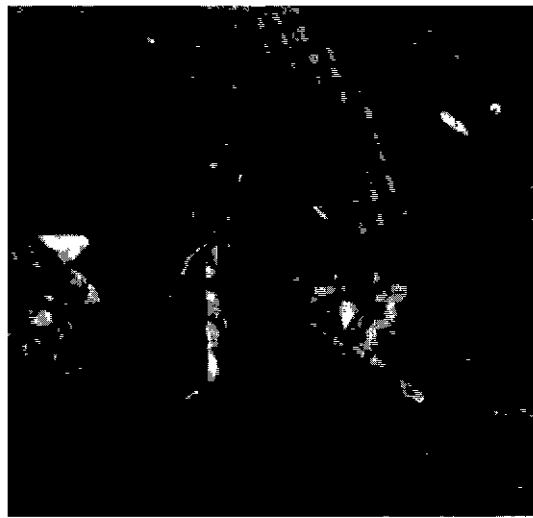
6. — Matériel nécessaire :

- Insecticide systémique,
- Pioche,
- Sécateur,
- Sacs de plastique, 15 × 4 cm (épais et solide),

FIG. 1. — Endroit où le trou est creusé (Place where hole is dug).



FIG. 2. — Préparation de la racine (Root preparation).



- Fil métallique de 8 cm de long, souple et facile à torser,
- Seringue de 40 ml avec graduation (plastique résistant aux solvants),
- Seau en plastique de 5 l pour transporter l'insecticide,
- Matériel de protection : gants, masque,
- Baguettes fourchues (petite branche, bambou, morceaux de rachis de palme).

II. — ESSAIS EXPÉRIMENTAUX

Le principe de l'absorption racinaire est le passage dans les plantes de produits depuis les racines jusqu'aux feuilles et autres parties du palmier, de la même façon que l'eau et les éléments nutritifs sont transportés.

Quand un insecticide systémique est absorbé par une racine, les insectes qui s'alimentent sur le feuillage sont ensuite intoxiqués. Les différents essais pour établir cette technique ont été les suivants :

1. — Capacité d'absorption de différents types de racines.

Les racines de Nains Jaunes Malaisie (NJM), d'âges et de tailles différents, ont été testées avec 80 ml d'eau par racine. Dans chaque traitement, 25 arbres ont été pris (Tabl. I).

Les racines qui ont la meilleure capacité d'absorption

TABLEAU I. — Capacité d'absorption pendant 1 jour de racines d'âges et de tailles différents
(Absorption capacity in 1 day for roots of different ages and sizes)

Diamètre de la racine (Root diameter)	Absorption (ml)	
	Racines jeunes (Young roots)	Racines âgées (Old roots)
0,5-0,9 cm	57	80
≥ 1 cm	69	80
Moyenne (Mean)	63	80

sont les racines âgées. Les jeunes racines absorbent moins que les racines âgées quelle que soit leur taille.

Une racine bien choisie peut absorber jusqu'à 250 ml d'eau en 24 h.

2. — Méthode de coupe de la racine.

Deux méthodes ont été comparées, une coupe de la racine perpendiculaire et une coupe en oblique. L'essai a été fait sur un NJM, âgé de 6 ans en utilisant 40 ml d'eau par racine (Tabl. II).

TABLEAU II. — Capacité d'absorption de racines coupées de manières différentes
(Absorption capacity of roots cut in different ways)

Coupe (Cut)	Absorption (ml)
Perpendiculaire (Perpendicular)	40
Oblique (slant) 60°	38,3

Il n'y a pas de différence importante dans la capacité d'absorption de racines coupées de façons différentes. Cependant, une racine coupée obliquement formant un angle aigu peut facilement percer le sac de plastique.

3. — Choix des insecticides.

Trois insecticides systémiques : méthamidophos, monocrotophos et dicrotophos, ont été comparés en utilisant les méthodes d'injection dans le tronc et d'absorption racinaire durant une pullulation de *Zeuxippa catoxantha* Hamps. (*Artona*) sur hybrides PB-121 âgés de 7 ans.

La dose utilisée a été de 5 g de m.a. par racine et par palmier. Un comptage de la population de chenilles a été fait trois jours avant et cinq jours après le traitement (Tabl. III).

Le dicrotophos est moins efficace, que ce soit par injection dans le stipe ou par absorption racinaire. Ce produit est aussi moins bien absorbé par les racines.

Quelques symptômes de phytotoxicité ont également été observés avec le méthamidophos. De plus, le monocrotophos agit seulement par ingestion alors que le méthamido-

FIG. 3. — Introduction de l'insecticide (Introduction of insecticide).



FIG. 4. — Inclinaison de la racine (Bending down the root).



TABLEAU III. — Pourcentage de mortalité des chenilles de *Zeuxippa catoxantha* Hamps. 5 jours après traitement
(Percentage of dead *Zeuxippa catoxantha* Hamps. caterpillars 5 days after treatment)

Traitement (Treatment) (5 g m.a. - a.i.)	P. 100 mortalité (Death rate)	
	Injection dans le stipe (Trunk injection)	Absorption racinaire (Root absorption)
Méthamidophos	100	100
Monocrotophos	100	100
Dicrotophos	50,5	69,7
Témoin (Control)	0	0

phos agit aussi par contact. En conséquence, le monocrotophos est moins dangereux pour le personnel et les palmiers.

4. — Résidus d'insecticides dans les noix.

L'insecticide systémique est transporté dans toutes les parties du palmier, les noix incluses. Une analyse de résidus a été faite sur les noix de Grands locaux, âgés d'environ 15 ans, à différents intervalles.

Une dose de monocrotophos plus élevée, 10 g de m.a., a été employée afin de faciliter l'analyse de résidus. Ces résidus ont été estimés par chromatographie gazeuse (Pair Batan Jakarta) (Tabl. IV).

En tenant compte des données ci-dessus, par exemple avec le maximum trouvé : 0,566 ppm, cela permettrait à quelqu'un de consommer par jour jusqu'à

$$\frac{30 \cdot 10^{-9}}{566 \cdot 10^{-9}} = 0,05 \text{ kg d'albumen.}$$

Pour la tolérance, cela signifie qu'une personne d'un poids de 50 kg peut manger $\frac{5 \cdot 10^{-6}}{566 \cdot 10^{-9}} = 8,83$ kg au maximum d'albumen sans intoxication.

En conséquence, nous recommandons que la consommation de noix soit retardée d'au moins 2 mois après le traitement.

Remarque. — Récemment [Rao et Murphy, 1985], les délais suivants ont été donnés pour « dissipation » du monocrotophos en dessous des limites de tolérance :

- eau/noix jeunes et à maturité : 72,21 et 76,04 jours,
- albumen/noix jeunes et à maturité : 94,55 et 65,95 jours.

III. — APPLICATION DE LA TECHNIQUE D'ABSORPTION RACINAIRE À UN CHAMP SEMENCIER DE COCOTIERS

1. — Caractéristiques du champ semencier.

La technique a été appliquée à un champ semencier de cocotiers situé en Indonésie au Nord Sumatra, Adolina, sur 190 ha de Nains Jaunes et Nains Rouges Malaisie, âgés de huit ans. La zone est uniforme avec une nappe phréatique haute.

Chaque année, ce champ semencier est attaqué par différentes espèces de ravageurs. Une ou plusieurs espèces peuvent être trouvées en même temps, surtout des lépidoptères *Limacodidae* : *Setora nitens* Wlk., *Thoesa bisura* Moore, *Chalcocelis albigutta* Sn. ; *Psychidae* : *Mahasena corbetti* Hamps. ; *Hesperiidae* : *Hidari irava* Moore. Le ravageur principal ces dernières années a été le *Zygaenidae*, *Zeuxippa catoxantha* Hamps. (anciennement *Artona catoxantha*).

Des comptages sont faits régulièrement chaque semaine afin de détecter les pullulations des ravageurs et d'étudier la dynamique de leurs populations.

Le champ semencier a été fortement attaqué par *Z. catoxantha* Hamps. de janvier à avril 1984 et différentes applications chimiques ont été faites en traitements par brouillards, pulvérisations à partir du sol, et aussi aériens.

2. — Organisation du travail et du chantier.

La technique d'absorption racinaire a été utilisée en 1985 à raison de 5 g de m.a. de monocrotophos par racine et par palmier.

La majeure partie de la population du ravageur était à l'état jeune mais une petite partie était encore en cocons ou à l'état d'œufs.

Un chantier de traitement est composé de la manière suivante : 1 surveillant contrôlant 10 équipes de deux : une équipe de deux comprend deux personnes qui travaillent ensemble :

- l'une préparant la racine,
- l'autre appliquant l'insecticide.

TABLEAU IV. — Résidus de monocrotophos dans les noix (ppm) après application de 10 g m.a./racine/palmier
(Monocrotophos residue in nuts — ppm — after application of 10 g a.i./root/tree)

Nbre de jours après traitement (Nbr. of days after treatment)	7	26	57	117	Tolérance FAO/WHO (ppm)	Dose journalière acceptable (Acceptable daily rates) (50 kg/ppm)
Eau (Water)						
Noix (Nuts)						
— jeunes-7 mois (young-7 months)	0,0016	0,0121	0,0694	0,0067	0,10	0,030
— âgées-12 mois (old-12 months)	0,0003	0,0001	0,001	0,00098		
Albumen						
Noix (Nuts)						
— jeunes-7 mois (young-7 months)	0,077	0,497	0,126	0,029	0,10	0,030
— âgées-12 mois (old-12 months)	0,047	0,566	0,055	0,016		

Après entraînement, une équipe de deux était capable de traiter dans ce champ semencier une moyenne de 220 cocotiers par jour pendant 7 heures de travail, soit 110 palmiers par ouvrier.

3. — Estimation des résultats.

Un contrôle est fait sur deux palmiers par hectare chaque semaine à raison de 1 feuille par palmier sur laquelle est vérifié le nombre d'œufs, de chenilles et de cocons du ravageur.

Naturellement, le comptage a été fait une semaine avant le traitement et ensuite les 1^{re}, 2^e, 3^e et 4^e semaines après (Tabl. V).

Le traitement par la technique d'absorption racinaire a été effectué lorsque la population sur les feuilles était importante, au-dessus du seuil critique. La dose de 5 g de m.a. de monocrotophos a été utilisée.

Remarque. — Avant le traitement, la plus grande partie de la population de *Zeuxippa* était à l'état de chenilles, avec seulement quelques œufs et cocons. Mais le nombre d'adultes était aussi élevé et, bien sûr, non indiqué dans les contrôles, ce qui explique pourquoi la première semaine après le traitement le nombre d'œufs a augmenté.

Par conséquent, le pourcentage de réduction de la population dans les premières semaines après le traitement n'a pas été maximal parce que des œufs étaient encore pondus à la fin du traitement et que leurs chenilles ont été comptées aussi au cours de la première semaine.

En outre, quelques chenilles étaient au dernier stade, ne s'alimentant plus, et se sont nymphosées, ce qui explique la très légère population restante.

4. — Evaluation du prix de revient.

Le prix du traitement du champ semencier (31 985 cocotiers) par la technique d'absorption racinaire est indiqué dans le tableau VI.

Le prix de revient d'un traitement général d'un champ semencier cocotier de 31 985 palmiers par la technique d'absorption racinaire est de 8 016 120 Rp. donc, par conséquent, 251 Rp./cocotier (1).

5. — Discussion.

La pluviométrie au Nord Sumatra, Adolina, est normalement bien distribuée tout au long de l'année avec 2 500 mm. Le premier semestre est relativement sec avec une légère augmentation des pluies en mai.

Pendant les 6 premiers mois de l'année, la population des chenilles est élevée avec 3-4 pics au-dessus du niveau critique correspondant chacun à une génération différente.

Au second semestre, après la petite saison des pluies en mai, la population diminue et reste très basse durant toute la principale saison des pluies, jusqu'à la fin de l'année quand la pluviométrie décroît de nouveau (Fig. 5).

Quand les conditions sont favorables, la population peut être très élevée comme en 1984, sans doute comme suite à l'année particulièrement sèche de 1983.

Différentes méthodes de traitement par brouillards pulvérisations furent utilisées pour contrôler cette pullulation de *Z. catoxantha* (*Artona*) sans beaucoup de succès. Sur le dernier pic de population, un traitement aérien a été fait et la population a chuté, mais d'autres facteurs y ont proba-

(1) 1 \$ US : 1 000 Rp. en 1985

TABLEAU V. — Pourcentage de réduction de population avant et après traitement (Nombre moyen par feuille)
(Percentage of population reduction before and after treatment — Average number per frond)

Stades (Stages)	Avant traitement (Before treatment)	Après traitement (After treatment)				
		Semaines (Weeks)	I	II	III	IV
Oeufs + cocons (eggs + cocoons)	7,4		12,0	3,6	2,0	1,0
Chenilles (caterpillars)	23,1		8,6	1,9	1,9	1,0
P. 100 de réduction de population (Population reduction p. 100)			32,3	81,9	89,3	93,2

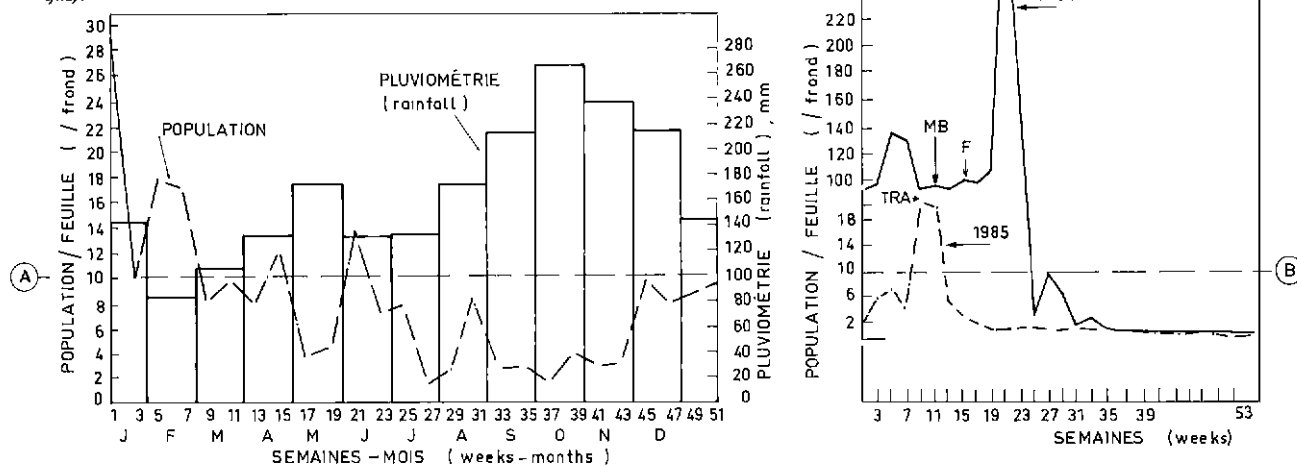
TABLEAU VI. — Prix de revient du traitement d'un champ semencier cocotier.
(Cost price of treatment in a coconut seed garden)

Nécessaires (Requirements)	Prix/unité (Unit price) (Rp.)	Total (Rp.)
Main-d'œuvre 291 hommes/jour (Manpower 291 men/day)	1 410	410 310
Monocrotophos 800 l.	9 225	7 380 000
Sacs de plastique (Plastic bags) 33 kg	2 500	82 500
Seaux en plastique (Plastic pails) 25	1 600	10 000
Gants (Gloves) 38	8 500	80 750
Masques (Masks) 23	3 750	21 560
Fil métallique (Wire) 22,5 kg	800	18 000
Seringues (Syringes) 38	350	13 300
Total		8 016 120

FIG. 5. — Dynamique de population cumulée pour une chenille défoliatrice sans traitement (Cumulated population dynamics for leaf caterpillar without treatment) (Adolina)

FIG. 6. — Dynamique de population cumulée pour une chenille défoliatrice avec traitement (Cumulated population dynamics for leaf caterpillar with treatment) (Adolina 1984-1985).

AS : Pulvérisation aérienne (Aerial spraying) — MB : Nébuleuseur (Mist blower) — F : Nébulation (Fogging) — TRA : Technique d'absorption racinaire (Root absorption technique).



A-B : Niveau critique (Critical level).

blement aussi aidé : après 5 mois de forte infestation, la qualité et la quantité du feuillage étaient moindres, et la saison des pluies était commencée.

Ces multiples applications de pesticides ont été très coûteuses et n'ont pas évité une chute de production l'année suivante.

Aussi, lorsque le même phénomène est apparu en 1985 avec une population bien au-dessus du seuil critique, quoique moins importante qu'en 1984, un traitement par absorption racinaire a été décidé.

Ce traitement fut appliqué en mars (9^e semaine) quand le premier pic a atteint le niveau critique. Ensuite, la population est retombée à un niveau acceptable. Aucun autre pic n'est apparu et la population est restée à un niveau très bas pendant tout le reste de l'année avec l'aide des ennemis naturels qui ne furent probablement que très peu affectés par cette méthode d'application des pesticides (Fig. 6).

IV. — POSSIBILITÉS D'EMPLOI DE LA TECHNIQUE D'ABSORPTION RACINAIRE POUR D'AUTRES CULTURES INDUSTRIELLES

L'injection d'insecticide dans le tronc a déjà été utilisée avec succès par Wood *et al.* [1974], Hutauruk et Sipayung [1978] sur le palmier à huile, et sur le cacaoyer par Hanna et Nicol en 1954.

C'est pourquoi, et compte tenu de l'efficacité et des avantages de la technique d'absorption racinaire prouvés sur cocotiers, nous avons essayé cette technique sur ces deux autres cultures industrielles.

Essais préliminaires d'orientation.

La même méthode expérimentale a été utilisée : une racine est choisie par arbre et son extrémité est coupée perpendiculairement. La racine est alors introduite dans le sac de plastique avec le produit ; après fermeture, le sac est incliné à un angle favorable pour une rapide absorption.

a) Sur palmier à huile.

— Avec de l'eau.

Une racine est prise sur chaque palmier et traitée avec 30 ml d'eau. Cet essai a été effectué à la mi-décembre sur palmiers de 10 ans.

En moyenne, 30 ml d'eau sont absorbés en 7 h 30 mais, pour la plupart des arbres, cela n'a pris que 4 h 30. Par contre, sur les 4 palmiers restants, l'eau a été absorbée en 20 h environ.

— Avec l'insecticide.

L'expérimentation a été faite sur les mêmes palmiers à seulement quelques jours d'intervalles avec le monocrotophos comme insecticide systémique à la dose de 7,5 g de m.a. par arbre.

Une dose de 50 ml de produit commercial a été appliquée par racine. Les résultats montrent que le temps moyen pour l'absorption de l'insecticide est de 47 h 08 (environ deux jours), minimum : 1 jour (23 h 19) et maximum : 3 jours (72 h 25).

b) Sur cacaoyer.

Le test d'absorption racinaire a été pratiqué sur cacaoyers de 7-8 ans.

Une dose de 5 g de m.a. de monocrotophos par arbre a été utilisée ce qui signifie une quantité de 33 ml de produit commercial par racine. Les résultats prouvent que les racines de cacaoyers absorbent l'insecticide en moyenne en 14 h 37 (plus de la moitié des arbres en 15 h environ), mais aussi quelques-uns au minimum en 2 h 21 et au maximum en 21 h 13.

c) Discussion.

Sur ces deux cultures, la technique d'absorption racinaire est assez facile à appliquer parce que, contrairement au cocotier, les racines du palmier à huile sont plus nombreuses, et beaucoup sont situées près de la surface du sol.

Sur cacaoyer, les racines aussi sont près de la surface et très faciles à atteindre.

En conséquence, pour ces deux plantes, en fonction de leur système racinaire, le traitement peut être plus rapide. L'absorption par les racines soit d'eau, soit d'insecticide systémique sous forme de produit commercial non dilué, a été vérifiée avec succès.

Ainsi donc, la technique d'absorption racinaire est suffisamment positive pour pouvoir être essayée sur les palmiers à huile et les cacaoyers mais il est nécessaire de faire d'autres études pour voir son efficacité contre les ravageurs. Aussi, avant de l'utiliser en traitement à grande échelle, la méthode doit être améliorée.

CONCLUSION

Le traitement par la technique d'absorption racinaire s'appuie sur le principe du transport de l'insecticide systémique de la racine jusqu'aux feuilles et aux différents organes de la plante.

La technique et le matériel nécessaire sont très simples.

Une seule racine bien choisie dans un trou creusé à environ 1 m du stipe est suffisante pour la distribution du produit dans tout le feuillage.

La racine, d'abord coupée perpendiculairement, est placée dans un petit sac de plastique où l'insecticide systémique est versé. Ensuite, le sac est fermé et incliné à l'aide d'une baguette fourchue pour obtenir une meilleure absorption. Le jour suivant, après contrôle, le trou est rebouché.

Différents insecticides systémiques ont été essayés. Avec le monocrotophos, à raison de 5 g de m.a. par racine, le produit est absorbé en 2 à 6 heures en période sèche et 1 à 2 jours en période de pluies.

La mortalité des chenilles atteint 100 p. 100 en essai.

Le développement de la méthode et une organisation du travail bien planifiée permettent à la technique d'absorption racinaire d'être appliquée en plantations avec des résultats comparables à ceux d'autres méthodes de traitement : possibilité de traiter 110 à 160 arbres par homme/jour, prix de revient comparé avec une pulvérisation normale pas plus élevé et même meilleur marché.

Comme la méthode d'injection dans le tronc, la techni-

que d'absorption racinaire a beaucoup d'avantages : grande efficacité, bonne distribution de l'insecticide dans les feuilles, plus longue rémanence, plus de flexibilité dans le choix de la date du traitement, réduction du nombre d'interventions.

En outre, cette technique est moins dangereuse pour le palmier que l'injection dans le tronc. L'absorption est meilleure et permet d'utiliser une dose plus faible, il est ainsi possible de diminuer la quantité d'insecticide employée.

Avec un bon système d'avertissement, un traitement par la technique d'absorption racinaire peut être appliqué en champ en relation avec la dynamique des populations aux périodes de pics, ou, en fonction de la dynamique des différents ravageurs au cours d'une année, dans un champ semencier cocotier ; la date d'intervention peut être choisie systématiquement juste avant les mois de pullulations.

Par cette technique avec des insecticides systémiques rémanents, les majeures pullulations de ravageurs peuvent être évitées et une protection à plus long terme est obtenue jusqu'aux mois critiques de l'année suivante. Dans des conditions normales, une seule application est nécessaire dans l'année si aucune pullulation n'apparaît après que le produit ait perdu sa rémanence.

La technique aussi, sans détruire les ennemis naturels, maintient la population restante du ravageur à un très bas niveau pendant une période plus longue et peut par conséquent être considérée comme une méthode de lutte intégrée.

En outre, les succès préliminaires d'absorption d'insecticides systémiques par les racines du palmier à huile et du cacaoyer peuvent permettre d'envisager en plantations le contrôle des tout premiers foyers de ravageurs sur ces deux autres plantes industrielles.

L'absorption par les racines de nouveaux fongicides liquides systémiques ouvre également des possibilités de protection plus efficaces de différentes maladies difficiles à traiter.

Mais la consommation de fruits frais devra être retardée d'au moins deux mois après un traitement, délai nécessaire à l'abaissement de la quantité des résidus en dessous des limites de tolérance.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BADSUN J. and PRATHAPAN B (1978) — Trunk injection of oil palm against nettle caterpillars (*Lepidoptera : Limacodidae*). *Bull. Soc. agric. Sci. Sabah*, 2, p. 18-23.
- [2] DAVIS T. A., ANANDAN A. P. and MENON K. P. S. (1954). — Injection in coconut palms for curative purposes I — Methods of injection. *Indian Coconut J.*, 7, N° 2, p. 49-60.
- [3] GENTY P., GARZON A. M. and GARCIA R. (1983). — Dégâts et contrôle du complexe *Leptopharsa Pestalotiopsis* chez le palmier à huile (bilingue fr.-esp.). *Oléagineux*, 38, N° 5, p. 291-299.
- [4] GINTING C. U. and DESMIER de CHENON R. (1985). — Teknik infus Akar untuk melindungi Kebun benih sepanjang tahun *Seminar Proteksi Tanaman Kelapa*, 8-10 Mei, LPP Bogor, Indonésie.
- [5] GINTING C. U. and PURBA A. (1986). — Kemungkinan pengendalian Hama pada Tanaman perkebunan dengan Infus Akar. *Temu Ilmiah Entomologi, Perkebunan Indonesia*, 22-24 April 1986, Medan, Indonésie, p. 1-13.
- [6] HANNA A. D. and NICOL J. (1954). — Application of a systemic insecticide by trunk implantation to control a mealybug vector of the cocoa swollen shoot virus. *Nature*, 169, p. 120.
- [7] HUTAURUK C. J. and SIPAYUNG A. (1978). — Development of trunk injection of systemic insecticides against *Setora nitens* and *Thaana signa* on oil palm in North Sumatra. *Proc. Pl. Prot. Conf.* Kuala Lumpur, Malaysia, p. 265-278.
- [8] LAWES E. Q. and WEBLEY D. J. (1961). — The determination of organophosphorus insecticides in vegetable. *Analyst*, 86, p. 149-159.
- [9] LIM GUAN SOON and RAMASAMY S (1983) — Pesticide application technology. *Malaysian Plant Protection*, 1-182.
- [10] MARIAU D., PHILIPPE R. et MORIN J.-P. (1979). — Méthode de lutte contre *Coeloenomenodera* (*Coleoptera Hispididae*) par injection d'insecticides systémiques dans le stipe du palmier à huile (bilingue fr.-angl.). *Oléagineux*, 34, N° 2, p. 51-58.
- [11] MORIN J.-P. (1983) — (Personal communication)
- [12] NADARAJAN L., CHANNABASAVANNA G. P. and NAGESH-CHANDRA B. K. (1980). — Control of coconut pests through stem injection of systemic insecticides. *Mysore J. agric. Sci.*, 14, p. 355-364.
- [13] NADARAJAN L. and CHANNABASAVANNA G. P. (1981). — Trunk injection of systemic insecticides against the coconut black headed caterpillar *Nephantis serripa* Meyrick (*Lepidoptera : Cryptophasidae*) (bilingue angl.-fr.). *Oléagineux*, 36, N° 5, p. 239-245.
- [14] OOI A. C. P., SAUD S. and CHONG K. L. (1979). — Trunk injection with acephate to control the coconut leaf moth. *Report N° 6, Cawangan Pemeliharaan Tanaman*, Telok Chengai, Alor Star, 7 p.
- [15] PHILIPPE R. et DIARRASOUBA S. (1979). — Méthode de lutte contre *Coeloenomenodera* par introduction d'insecticide systémique dans le stipe du palmier à huile (bilingue fr.-angl.-esp.). *Conseils de l'IRHO N° 193*. *Oléagineux*, 34, N° 5, p. 229-233.
- [16] PHILIPPE R., de BERCHOUX C. et MARIAU D. (1983). — Les techniques de traitements dans les plantations de palmiers à huile en Côte d'Ivoire : Méthodes et appareillage (bilingue fr.-angl.). *Oléagineux*, 38, N° 6, p. 349-363.

- [17] PNP-Marhat Research Station (1976). — Metode injeksi batang untuk pemberantasan ulat api (*Setora nitens*, *Thosea asigna*) pada tanaman kelapa sawit. *Bagian Proteksi Tanaman Publikasi Intern.*, 1, 18 p.
- [18] RAI B. K. (1973). — *Brassolis sophorae* and *Castma daedalus* : Chemical control of these major pests of coconuts in Guyana. *J. Econ. Ent.*, 66, N° 1, p. 177-180.
- [19] RAO B. N. and MURTHY S. R. K. (1985). — Residues of Monocrotophos in coconut water and copra when administered through root. *Indian Coconut J.*, 16, N° 1, p. 7-9.
- [20] SELTZER M. J. (1970). — Preliminary Studies on the control of the coconut stick insect, *Graeffea crouanii* (Le Guillou) with systemic insecticides. *Bull. ent. Res.*, 60, p. 49-51.
- [21] SURINDER SINGH GILL (1976). — Control of *Metisa plana* by trunk injection. *J. Perak Planter's Assoc.*, p. 67-70.
- [22] SOEBANDRIYO and LUNTUNGAN H. T. (1983). — Usaha pengendalian ulat *Chalcocelis* sp. pada tanaman kelapa. *Pemberitaan Penelitian Tanaman Industri.*, 8, N° 45, Januari-Maret, p. 35-44.
- [23] SOEKARJOTO S., SUDASRIP H. and DAVIS T. A. (1980). — *Setora nitens*, a serious sporadic insect pest of coconut in Indonesia. *Planter*, 56, N° 650, p. 167-182.
- [24] WICKREMASURIYA C. A. (1958). — An improved injection technique for coconut palms of special relevance to the control of red weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (F.) *Ceylon Coconut Quart.*, 9, N° 3-4, p. 40-54.
- [25] WOOD B. J., LIAU S. S. and KNECHT J. C. X. (1974). — Trunk injection of systemic insecticides against the bagworm, *Metisa plana* (Lepidoptera : Psychidae) on oil palm (bilingue angl.-fr.). *Oléagineux*, 29, N° 11, p. 499-509.
- [26] WOOD B. J., HUTAURUK C. H. and LIAU S. S. (1976). — Studies on the chemical and integrated control of nettle caterpillars (Lepidoptera : Limacodidae). *Malaysian International Agricultural Oil Palm Conference*, Kuala Lumpur, Malaysia, p. 591-616.

SUMMARY

Application of the systemic insecticide root absorption technique for the long-term protection of coconut palms and other commercial crops.

C. U. GINTING, R. DESMIER de CHENON, *Oléagineux*, 1987, 42, N° 2, p. 63-73.

A new technique for the endotherapeutic treatment of coconuts via the roots has been developed using the ability of plants to take up systemic insecticides through their roots. These insecticides can be translocated in the sap to the foliage. A series of experiments has shown that, by taking a single oil palm root, cutting it perpendicularly 1 m from the stem and getting it to absorb a rate of 5 g a.i. of monocrotophos in a plastic bag, very effective protection is obtained against leaf-eating pests. This root absorption method was systematically applied to coconut seed gardens to prevent repeated attacks each year at the same period by *Limacodidae*, *Zygaenidae*, *Hesperidae* or *Psychidae* caterpillars. Regular counts, good knowledge of the pests' population dynamics and the remanence of the product used make it possible to apply a single treatment before swarming. This is sufficient to ensure the long-term protection of coconuts; usually, only one application is required per year. A single person can treat 110 to 160 trees per day. The results and costs are comparable to those obtained using other treatment methods, but with the advantage of greater effectiveness, perfect distribution of the product throughout the foliage and greater flexibility in the timing of treatment, along with a reduction in the number of applications and in the rate of product used because of better absorption. Unlike trunk injection, the root absorption method is not harmful to trees. It also eliminates the risk of killing natural enemies, which is inevitable with aerial spraying and can thus be considered as an integral control method. Preliminary systemic insecticide or fungicide root absorption trials have shown that the oil palm and cacao tree can also be treated in this way, which opens up interesting possibilities for controlling insects or diseases which are difficult to treat. However, when this method is used product residues remain and a delay of at least two months must be respected before consumption.

RESUMEN

Utilización de la técnica de absorción por las raíces de insecticidas sistémicos para la protección a largo plazo de los cocoteros y demás cultivos industriales.

C. U. GINTING, R. DESMIER de CHENON, *Oléagineux*, 1987, 42, N° 2, p. 63-73.

Se ha desarrollado una nueva técnica de tratamiento endoterápico de los cocoteros por vía radical, utilizando el poder que tienen las plantas de absorber insecticidas sistémicos por las raíces. Estos pueden transportarse hacia las hojas, por el conducto de la savia. Una serie de experiencias ha mostrado que se logra una protección muy eficaz contra las defoliaciones por plagas, tomándose una sola raíz por palma, cortándola a 1 m de la proyección vertical del estipe, y haciendo que absorbe una dosis de 5 g de m.a. de monocrotophos colocada en una bolsa de plástico. Este método de absorción radical se aplicó sistemáticamente a los campos de producción de semillas de cocotero, a fin de evitar los ataques de larvas *Limacodidae*, *Zygaenidae*, *Hesperidae* o *Psychidae* que vienen repitiéndose cada año. Los censos regulares, un buen conocimiento de la dinámica de estas plagas y del efecto residual del producto empleado, permiten realizar un solo tratamiento antes de producirse las pululaciones. Eso basta para asegurar una protección a largo plazo de los cocoteros; una sola aplicación al año basta por lo general. Una persona puede tratar de 110 a 160 palmas al año. Los resultados y los costos pueden compararse con los obtenidos con otros métodos de tratamiento, pero ofrecen la ventaja de ser más eficaces, de distribuir perfectamente el producto en las hojas, de dar mayor flexibilidad a la fecha de tratamiento, de reducir el número de aplicaciones y de disminuir la dosis de producto a utilizarse como consecuencia de una mejor absorción. Al contrario de la técnica de inyección en el tronco, el método de absorción radical no ofrece peligro para las palmas; además evita la destrucción de los predadores naturales de estas plagas, lo cual es inevitable con tratamientos aéreos, y puede considerarse un método de control integrado. Pruebas preliminares de absorción radical de insecticidas o fungicidas sistémicos han mostrado que la palma africana y el cacao pueden tratarse también de este modo, lo cual abre posibilidades interesantes de lucha entre sí de insectos o de enfermedades difíciles de controlar. Ahora bien, con esta técnica se encuentran residuos de productos, siendo necesario respetar un plazo mínimo de dos meses antes de cualquier consumo.

Application of the systemic insecticide root absorption technique for the long-term protection of coconut palms and other commercial crops

C. U. GINTING (1) and R. DESMIER de CHENON (2)

INTRODUCTION

The absorption of products by roots has been known for a very long time, but it was only in 1954 [Davis *et al.*] that different methods of endotherapeutic treatments against coconut pests were considered, either in the stem, the leaf rachis or via the roots.

The first trunk injection trial was conducted in 1958 [Wickremasuriya] in Sri Lanka on *Rhyncophorus ferrugineus* 01, *Coleoptera Curculionidae* by saturation of the stem with a mixture of non-systemic insecticide distributed through a series of holes.

But, it is with appearance of systemic insecticides in a form easily absorbed by the roots and translocated by the sap flow in the stem that a more simple method of trunk injection was used with good results on several coconut pests: *Graeffea crouanii* L., *Phasmidae* in Samoa [Stelzer, 1970], *Brassolis sophorae* L. and *Castnia daedalus* Cr., *Lepidoptera Brassolidae* and *Castnidae* in Guiana, South America [Rai, 1973].

This treatment has also been applied on oil palm pests in Malaysia *Metisa plana* Wlk., *Lepidoptera Psychidae* [Wood, 1974]. Since then, the method has been extended and used in large areas against many coconut and oil palm pests of various families of lepidoptera: *Zygaenidae*, *Zeuxippa catoxantha* Hamps. in Malaysia [Ooi *et al.*, 1975], *Limacodidae*, *Thosea assigna* v. Eecke, *Setora nitens* Wlk. in North Sumatra [Hutauruk, 1978], *Darma trima* Moore in Malaysia [NG and Chong, 1982], *Cryptophasidae*, *Nephantis serinopa* Meyrick in India [Nadarajan *et al.*, 1981].

Some species of coleoptera have also been treated in this manner, *Coelaenomenodera minuta* Uh., *Hispidae* in Côte d'Ivoire, West Africa [Mariau *et al.*, 1979], *Rhinostomus barbirostris* F., *Curculionidae* in Brazil [Morin, 1983].

Other groups of insects have been controlled in the same way, *Leptopharsa gibbicarina* Froesch., *Hemiptera Tingidae* associated with the fungus *Pestalotia* in Colombia, South America [Genty *et al.*, 1983], *Sescaeva coriacea* L., *Orthoptera Tettigoniidae* in Indonesia, Southeast Asia [Warouw, 1984].

The trunk injection method has been and is still used successfully on the different pests mentioned above, which are difficult to control by spraying with insecticides or by the release of parasites. This is because these pests are stem borers or leaf miners protected in galleries or bags, or they only feed off the epidermis on the underside of the leaflets. In addition, foci are often scattered and the timing of applications is difficult. The trunk injection method therefore eliminates the need for numerous treatments.

Even though the trunk injection technique offers many advantages, namely high effectiveness, persistence of the insecticide for at least two months, more flexible timing of treatments, reduction in the number of treatments to one only, application not affected by climatic conditions and less harmful effects on parasites and predators. This technique is not completely devoid of danger and there are also certain disadvantages.

The hole in the trunk is a permanent wound, often leading to necrosis and forming a more or less sizeable cavity which can reduce the amount of active tissue in the stem and provides access for pathogen penetration; neither is it possible to make too many holes in the trunk during the life of a coconut palm.

Valuable planting material, such as the dwarf coconut which has a narrower stem, should not be damaged by perforations. Moreover, in an area where the disease develops the trunk injection method could be dangerous to use.

It is therefore important to use a less traumatic technique for repeated treatments or preventive applications.

For these reasons, we have tried to develop the root absorption technique already mentioned by Davis [1954] and tested by himself with Soekarjoto and Sudasrip [1980] on *Setora* in North Sulawesi and Soebandriyo *et al.* [1983] on *Chalcocelis albigitata* (Snellen) in West Java.

We have perfected this technique, making improvements, and have developed the organization of work, using the method on a large scale for the long-term protection of the seed garden, especially during the months when swarming generally occurs, in order to effectively control certain pests which are very difficult to treat.

We have also made an attempt to use this technique on other commercial crops, such as oil palm and cocoa also test other systemic products such as liquid systemic fungicides, with a view to treating diseases which are difficult to control.

I. — THE ROOT ABSORPTION TECHNIQUE

1. — Choice of root.

A hole is dug in the ground about 1 m from the stem. The root chosen should be old enough and reddish in colour, with a diameter of 1 cm (Fig. 1).

2. — Root preparation.

The root is cut perpendicularly with a pair of sharp pruning shears, which are easier to use than a knife. A 30 cm section of root is freed from the soil and the rootlets are cut away. The root is then inserted into a plastic bag (Fig. 2).

3. — Introduction of insecticides (Fig. 3).

The insecticide is poured into the plastic bag using a graduated syringe with no needle. Undiluted commercial systemic insecticide is used. Once filled, the mouth of the bag is sealed by twisting flexible wire tightly around it.

4. — Inclining the root.

It is necessary to hold the root down at an angle of 30-40° using a small forked stick, so that the liquid will not spill out of the bag. The hole should be dug deep enough to leave a space of about 5-10 cm free beneath the root for this operation (Fig. 4).

5. — Filling the holes.

After all the insecticide has been absorbed, the forked stick can be removed for future use.

The hole is filled in with soil to enable the root to grow again. Under normal conditions the insecticide is absorbed in 4 to 6 hours but during the rainy season, it may take longer.

(1) Pusat Penelitian Kelapa, Bandar Kuala (Coconut Research Centre), P. O. Box 16, Galang — Sumatera Utara (Indonesia).

(2) IRHO Consultant in Indonesia, c/o IRHO-CIRAD, 11, Square Pétarque, 75116 Paris (France).

6. — Equipment required :

- Systemic insecticide,
- Pickaxe,
- Pruning shears,
- Plastic bags, 15 × 4 cm (thick and strong),
- Wire, 8 cm long (flexible and easily twisted),
- Syringe, capacity 40 ml, with graduation (use solvent resistant plastic syringe),
- Plastic pail, 5 l (to carry insecticide),
- Protective material : gloves, mask,
- Forked sticks (small branch, bamboo, pieces of frond rachis).

II. — EXPERIMENTAL TRIALS

The principle of root absorption is the translocation in plants of products from the roots to the leaves and other parts of the coconut palm in the same way that water and nutritive elements are transported.

With a systemic insecticide which is absorbed by a root the insects feeding on the foliage are poisoned. The different trials to establish the technique were the following :

1. — Absorptive capacity of different kinds of roots.

Roots of Malaysian Yellow Dwarfs [MYD] of different ages and sizes were tested with 80 ml of water per root. In each treatment 25 trees were used (Table I).

The roots with the best absorptive capacity are the old roots. The young roots absorb less than the old ones, regardless of size.

A suitable root can absorb up to 250 ml water in 24 hours.

2. — Method of cutting the root.

Two methods were compared : a perpendicular and an oblique cut of the root. The trial was conducted on MYD, aged 6 years using 40 ml water per root (Table II).

It was found that there was no significant difference in the absorptive capacity of roots cut according to different methods. However a root cut obliquely forming an acute angle can easily pierce the plastic bag.

3. — Choice of insecticides.

Three kinds of systemic insecticides : methamidophos, monocrotophos, dicrotophos were compared by means of trunk injection and root absorption during *Zeuxippa catoxantha* Hamps — [Artona] swarming on PB-121 hybrids aged 7 years.

The rate used was 5 g a.i. per root and per coconut palm. The caterpillar population was checked three days before and five days after treatment (Table III).

In both trunk injection and root absorption, dicrotophos is the least effective. It is also less well absorbed by the roots.

Some phytotoxicity symptoms were found with methamidophos. In addition, monocrotophos acts only by ingestion but methamidophos works also by contact, therefore monocrotophos is less dangerous for workers and the coconut palm.

4. — Insecticide residues in the nuts.

Systemic insecticide is translocated in all parts of the coconut palm including the nuts. Analysis of the residues was carried out on the nuts of local Tall coconuts, about 15 years old, at different intervals.

A higher rate of monocrotophos [10 g a.i.] was applied to facilitate the residue analysis. The residues were estimated by gas chromatography (Pair Batan Jakarta) (Table IV).

Given the above data, with the maximum found to be 0.566 ppm, daily consumption could be up to $\frac{30 \cdot 10^{-9}}{566 \cdot 10^{-9}} = 0.05$ kg of albumen.

As regards tolerance, a person weighing 50 kg can eat $\frac{5 \cdot 10^{-6}}{566 \cdot 10^{-9}} = 8.83$ kg of albumen maximum without intoxication.

Consequently, we recommend that consumption of the nuts be put off for at least 2 months after treatment.

Note. — The following monocrotophos « dissipation » times have been given recently [Rao and Murphy, 1985] to fall below tolerance limits :

- water/nut, young and at maturity : 72.21 and 76.04 days,
- albumen/nut, young and at maturity : 94.55 and 65.95 days.

III. — APPLICATION OF THE ROOT ABSORPTION TECHNIQUE IN A COCONUT SEED GARDEN

1. — Characteristics of the seed garden.

The technique was applied to a coconut seed garden in North Sumatra, Adolina, on 190 ha planted with 8 year old Malaysian Yellow Dwarfs and Malayan Red Dwarfs. The area is flat with a high water table. Every year this seed garden is attacked by different kinds of pests.

One or several species can be found at the same time, mostly *Lepidoptera Limacodidae* : *Setora nitens* Wlk., *Thoesia bisura* Moore, *Chalcocelis albigutta* Sn. *Psychidae* = *Mahasena corbeti* Hamps. ; *Hesperidae* = *Hidari irava* [Moore]. The main pest over the last few years was the *Zygaenidae*, *Zeuxippa catoxantha* Hamps. [formerly *Artona catoxantha*].

Checks are made regularly to detect the swarming of the pests and to study the dynamics of their populations.

The seed garden was heavily attacked by *Z. catoxantha* Hamps. from January to April 1984 and different chemical applications were made by fogging, mistblowing and aerial spraying.

2. — Organization of work.

The root absorption technique was applied in 1985 using 5 g a.i. of monocrotophos per coconut palm.

The greater part of the pest population was in the young phase but a small number were still in cocoons or eggs.

A treatment team is made up as follows : 1 supervisor controlling 10 groups of two ; 1 group of two consists of two men working together :

- one preparing the root,
- one applying the insecticide.

After training a group of two was able to treat an average of 220 trees per day in this seed garden during 7 working hours, i.e. 110 palms per worker.

3. — Estimate of results.

The pest population (number of eggs, caterpillars and cocoons) is checked 1 week before treatment and then on the 1st, 2nd, 3rd and 4th weeks after the application on two trees per hectare and one leaf per tree (Table V).

Treatment by the root absorption technique was applied when the population on the leaves was high, above the critical level, at the rate of 5 g a.i. of monocrotophos.

Note : Before treatment, most of the *Zeuxippa* population consisted of caterpillars, with only a few eggs and cocoons, but the number of adults was also high and not indicated in the checks, which explains why the number of eggs had increased the first week after treatment.

The population decrease during the first weeks after treatment was not, thus, maximal, because eggs were still laid at the end of treatment and their caterpillars were also counted during the first week.

In addition some caterpillars in the last instar were not feeding and pupated, which explains the very low remaining population.

4. — Estimate of cost price.

The cost price of coconut seed garden treatment [31,985 cocoons] by the root absorption technique is 8,016,120 Rp, hence 251 Rp/coconut (1) (Table VI).

5. — Discussion.

Rainfall in North Sumatra, Adolina, is normally well distributed throughout the year amounting to 2,500 mm. The first half of the year is relatively dry with a slight increase in rain in May.

During the first 6 months of the year the leaf caterpillar population is high with 3-4 peaks above critical level each corresponding to a different generation.

In the second half of the year, after the « short » rainy season in May, the population drops and remains low during the main rainy season, until the end of the year when rainfall decreases (Fig. 5).

When conditions are favourable, population can be very high as in 1984, may be due to the particularly dry year of 1983.

(1) 1 US \$ = 1,000 Rp in 1985.

Different treatment methods (fogging and mistblowing) were applied, without much success, to control this outbreak of *Z. catoxantha* [Artona] — On the last population peak, aerial spraying was carried out and the population fell — but other factors may also have helped :

- after 5 months of high infestation the quantity and the quality of foliage had deteriorated,
- and the rainy season had begun.

The cost of multiple pesticide applications was very high and did not prevent a drop in yield the following year.

When the same phenomena occurred in 1985 the population, though not as high as in 1984, was well above critical level and root absorption treatment was decided upon.

It was applied in March (week 9) when the first peak rose above critical level. The population then dropped to a tolerable level. No other peak appeared and the population remained low for the whole year with the help of natural enemies which were probably only little affected by this method of pesticide application (Fig. 6).

IV. — POSSIBILITIES OF USING THE ROOT ABSORPTION TECHNIQUE ON OTHER COMMERCIAL CROPS

On oil palm and cocoa, trunk injection based on the principle of insecticide translocation has already been used successfully by Wood *et al.* [1974], Hutaurok and Sipayung [1978] on oil palms and by Hanna and Nicol [1954] on cocoa.

Consequently and in view of the efficiency and advantages of root absorption on coconut palms this technique was also tried out on these other two commercial crops.

Preliminary orientation trials.

The same experimental method was used : one root selected per tree with the tip cut perpendicularly ; once the plastic bag is sealed, it is placed sloping at an angle suitable for rapid absorption.

a) On oil palm.

— With water.

A root was taken from each palm and treated with 30 ml of water. This trial was carried out in mid-December on 10 year old oil palms.

On average, 30 ml water was absorbed in 7 1/2 hours but, for most of the trees, it only took 4 1/2 hours. But for 4 remaining palms the water was absorbed in about 20 hours.

— With insecticide.

This experiment was conducted on the same oil palms within the spaces of only a few days, using the systemic insecticide monocrotophos at the rate of 7.5 g a.i. per tree. With the commercial product used.

A rate of 50 ml was given per root. The results demonstrated that the average time required to absorb the insecticide was 47 hours 8 minutes (about 2 days) with a minimum of 1 day (23 hours 19 minutes) and 3 days maximum (72 hours 25 minutes).

b) On cocoa.

The root absorption test was carried out on cocoa of about 7-8 years.

Monocrotophos at the rate of 5 g a.i. per tree was used, meaning 33 ml of commercial product applied per root. It was found that the cocoa roots absorbed the insecticide within an average time of 14 hours 37 minutes, more than half the trees in about 15 hours but also some in a minimum time of 2 hours 21 minutes and a maximum time of 21 hours 13 minutes.

c) Discussion.

On these two crops the root absorption technique was relatively easy to carry out compared with coconut palms because on oil

palms the roots are more numerous and many are located near the soil surface.

On cocoa the roots are also near the surface and very easy to reach.

Consequently on these two plants, given their root system, the treatment can be faster. The absorption of water or systemic insecticide, in the form of undiluted commercial product, is successful.

Therefore, the root absorption technique is sufficiently positive to be tried on oil palms and cocoa trees but further studies are needed to see its effectiveness against pests. In addition, before being used in full-scale treatments, the method needs to be improved.

CONCLUSION

Treatment by the root absorption technique is based on the principle of systemic insecticide translocation from the root to the leaves.

The technique and the material required is very simple.

Only one suitable root in a hole dug about 1 m from the stem is enough for the distribution of the product throughout the entire foliage.

The root is cut perpendicularly and placed in a small plastic bag into which the systemic insecticide is poured. Then the bag is sealed and held down with a forked stick for better absorption. The following day, after the check has been made, the hole is filled in.

Different systemic insecticides have been tried. With monocrotophos at 5 g a.i. per root the product is absorbed in 2-7 hours in a dry period and 1-2 days in the rainy season.

Caterpillar mortality reaches 100 p. 100.

Development of the method and well planned work organization enabled the root absorption technique to be applied in the fields with results comparable to other treatment methods : possibility of treating 110 to 160 trees per man-day ; cost compared with normal spraying is no more expensive and even cheaper.

As in the trunk injection method, the root absorption technique offers many advantages : high effectiveness, good distribution of insecticide in the leaves, longer remanence, more flexibility in the timing of treatments, reduction in the number of applications.

Furthermore this technique is safer for the tree than trunk injection. Absorption is better and permits a lower rate, hence the possibility of decreasing the quantity of insecticide used.

With a good monitoring system, treatment with the root absorption technique can be applied in the fields in relation to the population dynamics in peak periods, or in accordance with the dynamics of the different pests over a year in a coconut seed garden ; the date of application can be chosen systematically just before the months when swarming occurs.

Using this technique with remanent systemic insecticides the major pest out-breaks are avoided and more long-term protection is obtained up to the critical months of the following year. Under normal conditions, only one application is necessary if no swarming occurs after the product has lost its remanence.

The technique also keeps the remaining pest population at a very low level for a longer time without destroying the natural enemies and can therefore be considered as an integrated control method.

Further, the preliminary successes on oil palm and cocoa using the absorption of systemic insecticides show that the root absorption technique can be considered promising for controlling the very first foci of pests and diseases on these other two commercial crops.

The absorption by the roots of new liquid fungicides, which are also systemic, opens up possibilities of more effective protection against various diseases which are difficult to treat.

However, the consumption of fresh fruits should be delayed at least 2 months after treatment in order for the amount of residues to fall below tolerance limits.

